

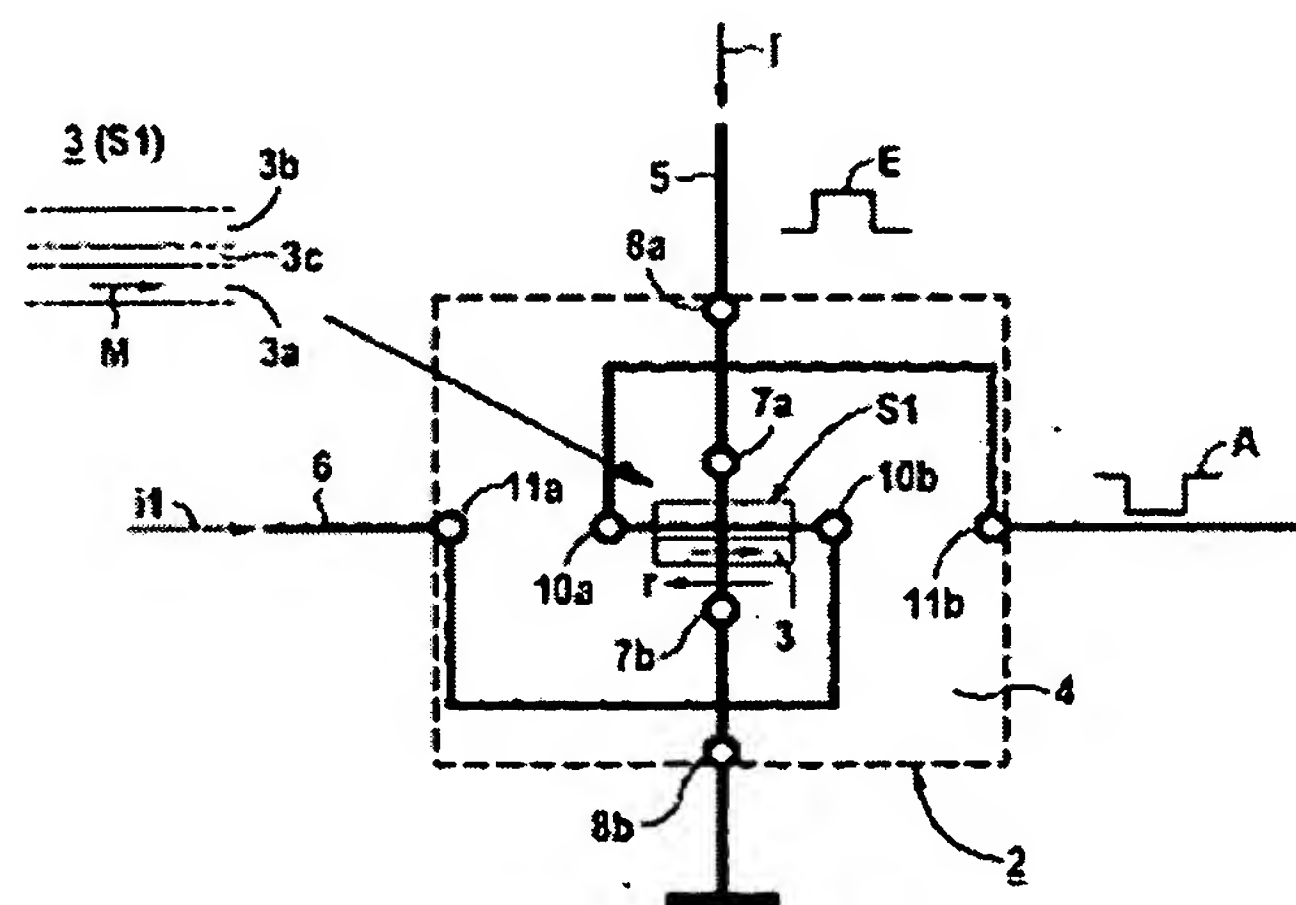
Magnetic logic module used as inverter has magnetic field sensor supplied with read signal for providing output signal which is inverted relative to input signal

Patent number: DE10144384
Publication date: 2003-01-02
Inventor: BANGERT JOACHIM (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- international: H03K19/18
- european: H03K19/18
Application number: DE20011044384 20010910
Priority number(s): DE20011044384 20010910

[Report a data error here](#)

Abstract of DE10144384

The logic module (2) has at least one magnetic field sensor element (S1) associated with an input signal line (5) and supplied with a read current (i_1), for providing an output signal (A) of given polarity dependent on the current direction of the input signal (E) or the read signal. The logic module has contact points (8a, 8b) associated with terminal points (7a, 7b) provided with programmable connections for providing the required output signal polarity.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

This Page Blank (uspto)

02P15698



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 101 44 384 C 1

⑤① Int. Cl.⁷:
H 03 K 19/18

②① Aktenzeichen: 101 44 384.6-31
②② Anmeldetag: 10. 9. 2001
④③ Offenlegungstag: -
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 2. 1. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Bangert, Joachim, 91052 Erlangen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

WO 94 15 223 A1

JUN SHEN: Logic devices and circuits based
on giant magnetoresistance. In: IEEE Trans-
actions on Magnetics, Vol. 33, Nr. 6,
(Nov. 1997), S. 4492-4497;

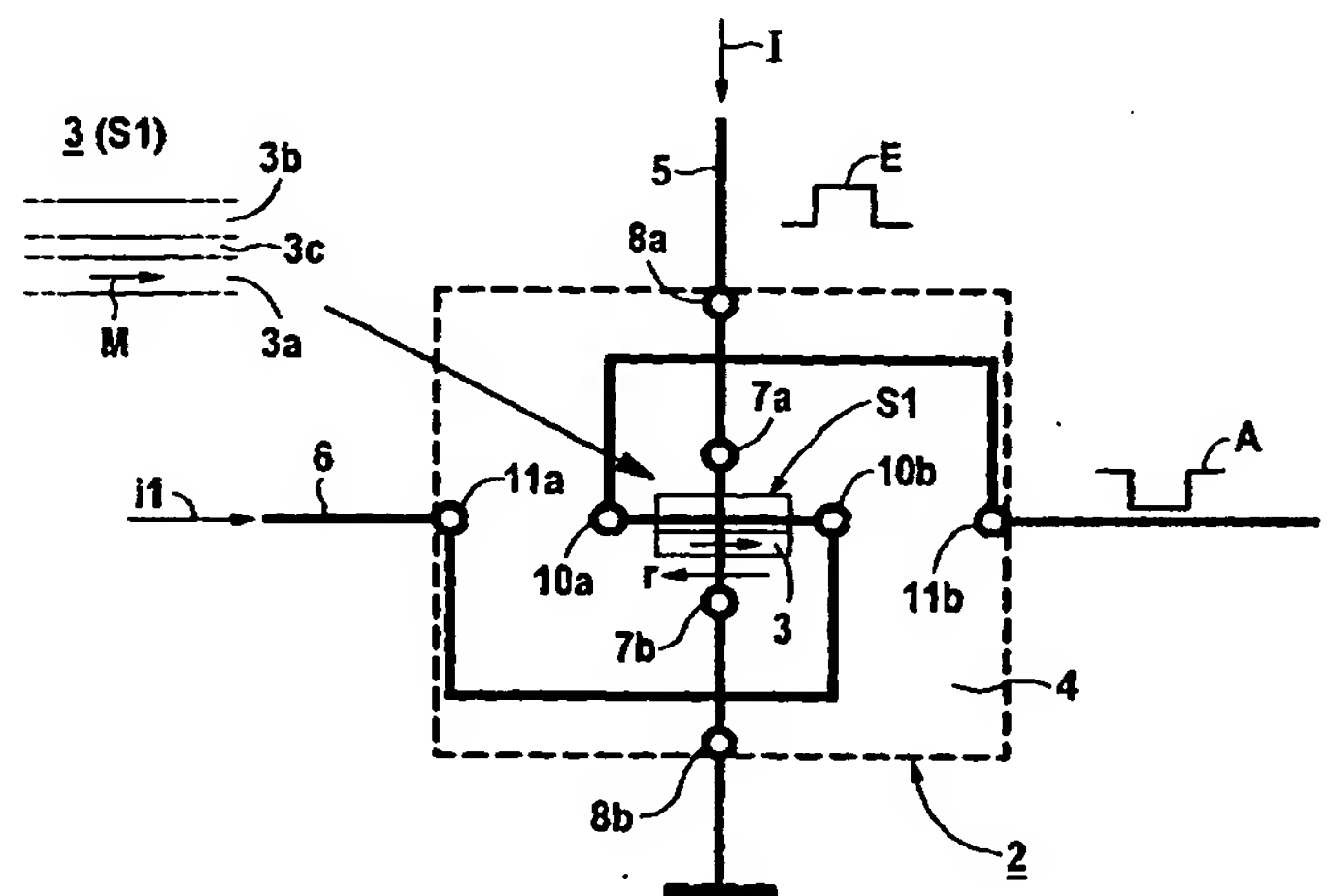
BLACK, W.C. und DAS, B.: Programmable logic
using giant-magnetoresistance and
spin-dependent

tunneling devices, In: Journal of Applied Physics,
Vol. 87, Nr. 9 (Mai 2000), S. 6674-6679;

SPONG, J.K. et al.: Giant Magnetoresistive Spin
Valve Bridge Sensor. In: IEEE Transactions on
Magnetics, Vol. 32, Nr. 2 (März 1996), S. 366-371;

⑤④ Logikbaustein

⑤⑦ Der Logikbaustein (2) enthält ein magnetfeldsensitives
Sensorelement (S1), welches mit einem Lese-
strom (i_1) zu beaufschlagt ist und dem eine Signalleitung (5) zur in-
duktiven Einkopplung eines Eingangssignals (E) eines Si-
gnalstroms (I) zugeordnet ist. Der Baustein (2) weist Mittel
zur Umkehr der Stromführungsrichtung (r) des Lese-
stroms (i_1) oder des Signalstroms (I) derart auf, dass ein
bezüglich des Eingangssignals (E) invertiertes Ausgangs-
signal (A) zu erhalten ist. Es können insbesondere mehrere
Sensorelemente vorgesehen sein, von denen für min-
destens eines die Umkehr der Stromführungsrichtung
vorgesehen ist.



DE 101 44 384 C 1

DE 101 44 384 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft Bausteine der magnetischen Logik mit mindestens einem magnetfeldsensitiven Sensorelement, welches mit einem Lesestrom in eine vorbestimmten Richtung zu beaufschlagen ist und dem eine Signalleitung zugeordnet ist, wobei ein Magnetfeld eines über die Signalleitung geführten Eingangssignals eines Signalstroms induktiv in dem mit dem Lesestrom beaufschlagten Sensorelement ein Ausgangssignal vorbestimmter Polarität erzeugt. Ein entsprechender Baustein geht aus der Veröffentlichung "Journ. of Appl. Phys.", Vol. 87, No. 9, 1. Mai 2000, Seiten 6674 bis 6679 hervor.

[0002] In vielen Anwendungen der Logik werden digitale Signale invertiert benötigt, z. B. zu einer Taktung oder an den Ein- und Ausgängen von logischen Gatterelementen. Dies ist z. B. bei der kombinatorischen Logik der Fall, die programmierbare Bausteine (sogenannte Programmable Logic Devices bzw. PLDs) wie insbesondere programmierbare logische Matricelemente (sogenannte Programmable Logic Arrays bzw. PLAs) erfordert. Eine entsprechende PLA-Einrichtung(-Device) hat sowohl eine programmierbare UND-Matrix als auch eine programmierbare ODER-Matrix. Hierbei wird der Eingang des ersten UND-Matrix mit einem Inverter gepuffert und zum einen direkt der Matrix des Bausteins zur Verfügung gestellt; zum anderen wird dieses Signal erneut invertiert. Der hierfür vorgesehene zweite Inverter erzeugt ebenfalls ein gepuffertes Ausgangssignal, das mit dem Eingang gleichphasig ist. Entsprechende Bausteine müssen auch als Ausgangstreiber der ODER-Matrix eingesetzt werden, wenn wie z. B. bei einer PLA-Einrichtung die Ausgangssignale invertiert und nicht invertiert vorliegen sollen.

[0003] Für den Bereich der magnetischen Logik kann als Inverter z. B. ein NOR- oder ein NAND-Gatterelement eingesetzt werden, dessen Eingänge zusammengeschaltet sind. Entsprechende Gatter der magnetischen Logik sind aus der eingangs genannten Literaturstelle bekannt. Sie enthalten jeweils ein magnetoresistives Schichtensystem mit einer Informationsschicht und einer durch eine nicht-magnetische Zwischenschicht beabstandeten Referenzschicht. Die Schichtensysteme können dabei insbesondere vom sogenannten GMR(Giant MagnetoResistance)-Typ oder in gleicher Weise vom TMR(Tunneling MagnetoResistance)- oder SDT(Spin-Dependent-Tunneling)-Typ sein.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ausgehend von diesem Stand der Technik Bausteine der programmierbaren magnetischen Logik anzugeben, die jeweils als ein Grundbaustein universell einsetzbar sind.

[0005] Eine erste Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß in den in Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen gesehen. Dementsprechend sollen der Baustein mit den eingangs genannten Merkmalen Kontaktierungspunkte und dessen mindestens ein Sensorelement Anschlusspunkte aufweisen, deren Verbindung derart programmiert ist, dass mittels einer Umkehr der Stromführungsrichtung des Lesestroms oder des Signalstroms ein Ausgangssignal zu erhalten ist, welches bezüglich des ohne Stromumkehr zu erhaltenden Ausgangssignals vorbestimmter Polarität invertiert ist.

[0006] Unter einem Baustein wird in diesem Zusammenhang ein elementartypischer Aufbau mit einem Trägerkörper (oder einer sonstigen tragenden Struktur) verstanden, innerhalb dessen, an oder auf dem das mindestens ein Sensorelement angeordnet ist, wobei für dieses und die Signalleitung Anschlusspunkte vorhanden sind, die mit entsprechenden Anschlusspunkten am Rande des Bausteins zu verbinden sind. Die Verbindung der Le-

se(strom)leitung oder der Signalleitung soll dabei so ausgeführt sein, dass in dieser Leitung im Bereich des mindestens einen Sensorelementes die Stromrichtung wählbar bzgl. der Anschlüsse, insbesondere umgekehrt bezüglich der Stromrichtung ist, wie sie am Rand des Bausteins gerichtet ist. Bei dem erfindungsgemäßen Baustein wird also eine Programmiermöglichkeit der Stromführungsrichtung über das Sensorelement oder in der Signalleitung im Bereich des Sensorelementes zur Realisierung einer Inverterfunktion herangezogen. Dabei ermöglicht die erfindungsgemäße Umkehr der Stromführungsrichtung bezüglich einer Ausgangs- oder Grundeinstellung ein polaritätsmäßig konträres, d. h. invertiertes Ausgangssignal. Die mit dieser Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Bausteins verbundenen Vorteile sind also darin zu sehen, dass mit ihm auf besonders einfache Weise eine Inverterfunktion zu erzeugen ist. Der Baustein stellt dabei einen Grundbaustein dar, da seine Systemanschlüsse in vielfältiger Weise mit entsprechenden Grundbausteinen der magnetischen Logik, die invertierende oder auch nichtinvertierende Ausgangssignale erzeugen können, zu kombinieren sind. Je nach Verschaltungsart solcher Grundbausteine ergeben sich dann verschiedene Logik-Schaltungstypen.

[0007] Vorteilhaft kann der Logikbaustein mehrere Sensorelemente aufweisen, von denen für mindestens eines die Umkehr der Stromführungsrichtung vorgesehen ist.

[0008] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Logikbausteins können an seinen Rändern für das mindestens ein Sensorelement zwei Kontaktierungspunkte der Signalleitung sowie zwei Kontaktierungspunkte für den Lesestrom vorgesehen sein. Damit lässt sich in einfacher Weise die gewünschte Stromführungsrichtung über das Sensorelement einstellen. An den Kontaktierungspunkten sind weitere Logikbausteine mit invertierender oder auch nichtinvertierender Funktion anzuschließen, so dass der erfindungsgemäße Baustein als ein Grundbaustein der magnetischen Logik anzusehen ist.

[0009] Eine weitere Lösung der genannten Aufgabe besteht in einem Baustein der magnetischen Logik mit mehreren magnetfeldsensitiven Sensorelementen, welche jeweils mit einem Lesestrom in einer vorbestimmten Richtung zu beaufschlagen sind und denen eine Signalleitung zugeordnet ist, wobei ein Magnetfeld eines über die Signalleitung geführten Eingangssignals eines Signalstroms induktiv in dem jeweiligen mit dem Lesestrom beaufschlagten Sensorelement ein Ausgangssignal vorbestimmter Polarität erzeugt. Hierbei sollen zu Gruppen zusammengefasste, insbesondere baugleiche Sensorelemente vorgesehen sein und soll eine Umkehr der Stromführungsrichtung in der die Sensorelemente nacheinander erfassenden Signalleitung beim Übergang von der einen Gruppe zur nächsten erfolgen. Für diesen Baustein ergeben sich dieselben Vorteile wie für den Baustein mit nur einem Sensorelement. Darüber hinaus sind solche Bausteine mit zu Gruppen zusammengefassten Sensorelementen platzsparend und mit begrenztem Programmieraufwand zu erstellen.

[0010] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Logikbausteine gehen aus den vorstehend nicht angesprochenen Unteransprüchen 5 bis 10 hervor.

[0011] So sind für jeden erfindungsgemäßen Logikbaustein prinzipiell alle magnetfeldsensitiven Sensorelemente geeignet, die auf induktivem Wege eine Signalübertragung bzw. -erzeugung ermöglichen. Vorteilhaft kann das mindestens ein Sensorelement ein Hall-Element sein.

[0012] Besonders geeignet ist als das mindestens ein Sensorelement ein magnetoresistives Ein- oder Mehrschichtenelement.

[0013] Dabei kann für letzteres Sensorelement vorteilhaft

ein Schichtensystem mit erhöhtem magnetoresistiven Effekt vorgesehen sein, wobei es insbesondere als XMR-System ausgebildet ist. Entsprechende Schichtensysteme umfassen gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform mindestens eine Informationsschicht aus magnetischem Material und mindestens eine durch eine Zwischenschicht aus nicht-magnetischem Material beabstandete Referenzschicht aus magnetischem Material, wobei insbesondere die Informationsschicht aus einem Material bestehen kann, das vergleichsweise magnetisch weicher ist als das Material der Referenzschicht. Dabei kann die Referenzschicht auch eine Schicht innerhalb eines Referenzschichtsystems sein.

[0014] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung noch weiter erläutert. Dabei zeigen jeweils in stark schematisierender Weise

[0015] deren Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Baustein, [0016] deren Fig. 2 eine Verschaltung mehrerer entsprechender Bausteine und

[0017] deren Fig. 3 und 4 zwei Stromführungsmöglichkeiten in einem erfindungsgemäßen Baustein.

[0018] In den Figuren sind sich entsprechende Teile jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0019] Wie in Fig. 1 durch eine gestrichelte Linie veranschaulicht sein soll, nimmt der allgemein mit 2 bezeichnete Logikbaustein nach der Erfindung z. B. eine Fläche seines Trägerkörpers 4 mit einer Rechteckform ein. Der Baustein umfasst mindestens ein an sich bekanntes magnetoresistives Sensorelement S1, das in, an oder auf dem Trägerkörper 4 in an sich bekannter Weise ausgebildet ist. Das Sensorelement S1 enthält ein Ein- oder Mehrschichtensystem, in dem ähnlich wie bei einem Magnetokoppler unter Einfluss eines äußeren Magnetfeldes induktiv ein davon abhängiges Ausgangssignal erzeugt wird. Als Sensorelement ist beispielsweise ein Hall-Element geeignet. Bevorzugt wird als Sensorelement ein magnetoresistives Ein- oder Mehrschichtensystem, wobei nachfolgend ein besonders vorteilhaftes Mehrschichtensystem 3 angenommen sei, das einen erhöhten magnetoresistiven Effekt $\Delta R/R$ zeigt. Der magnetoresistive Effekt entsprechender Systeme ist gegenüber bekannten magnetoresistiven Einschichtensystemen mit anisotropem magnetoresistiven Effekt ("AMR"-Effekt) größer und liegt insbesondere oberhalb von 2% bei Raumtemperatur. Das Schichtensystem 3 ist vorzugsweise entweder giant-magnetoresistiv ("GMR") oder tunnel-magnetoresistiv ("TMR") oder kolossal-magnetoresistiv ("CMR") oder zeigt eine Riesenmagnetoimpedanz bzw. einen Riesenwechselstromwiderstand ("GMI"). Dabei ist es prinzipiell für Bausteine mit mehreren Sensorelementen auch möglich, dass für deren Schichtensysteme unterschiedliche Typen von magnetoresistiven Mehrschichtensystemen gewählt werden. Die Unterschiede entsprechender Schichtensysteme und deren Aufbau sind z. B. in der Broschüre "XMR-Technologien" – Technologieanalyse: Magnetismus, Bd. 2 – des VDI-Technologiezentrums "Physikalische Technologien", Düsseldorf (DE) 1997, Seiten 11 bis 46 dargelegt. Dabei stellt der Begriff "XMR-Technologien" den Oberbegriff des auf den Magnetowiderstandseffekten AMR, GMR, TMR, CMR und GMI beruhenden technischen Know-hows dar. Bevorzugt ist das Schichtensystem des erfindungsgemäßen Bausteins ein GMR- oder TMR-System, wobei es einen sogenannten "Spin-Valve"-Aufbau hat.

[0020] Das vorteilhaft zu verwendende Schichtensystem 3 umfasst mindestens eine magnetische Referenzschicht 3a und eine auch als Detektions- oder Speicherschicht bezeichnete magnetische Informationsschicht 3b, zwischen denen sich eine Zwischenschicht 3c aus nicht-magnetischem Material befindet. Dabei soll vorzugsweise die Referenzschicht 3a im Vergleich zu der Informationsschicht 3b magnetisch

härter sein. Damit ist zu erreichen, dass durch ein äußeres Magnetfeld in der Informationsschicht die Magnetisierungsrichtung weitgehend frei einzustellen ist, während sie in der Referenzschicht unverändert bleibt. Für die Informationsschicht 3b und die Referenzschicht 3a kommen die hierfür bekannten ferromagnetischen Materialien aus dem Stoffsystem Fe-Ni-Co in elementarer oder Legierungsform in Frage. Das nicht-magnetische Material der Zwischenschichten 3c hängt vom vorgesehenen XMR-Typ ab und kann metallisch (z. B. Cu für einen GMR-Typ) oder kann halbleitend oder isolierend (z. B. Al_2O_3 für einen TMR-Typ) sein.

[0021] In an sich bekannter Weise kann statt einer einzelnen Referenzschicht 3a auch ein gegenüber der magnetisch weicheren Informationsschicht 3b insgesamt magnetisch härteres Referenzschichtensystem vorgesehen werden. Ein entsprechendes Referenzschichtensystem enthält neben einer magnetischen Referenzschicht noch mindestens eine weitere Schicht und kann insbesondere als ein sogenannter künstlicher Antiferromagnet (vgl. die WO 94/15223 A) ausgebildet sein kann. Auch ein Referenzschichtensystem in Form einer Doppelschicht mit einem natürlichen Antiferromagneten ist ebenso gut verwendbar.

[0022] Wie ferner durch gepfeilte Linien an dem Schichtensystem 3 veranschaulicht sein soll, ist in dessen Referenzschicht 3a eine feste Magnetisierung M eingeprägt. Dabei soll die Magnetisierung M in eine vorbestimmte Richtung weisen.

[0023] Mit dem Schichtensystem ist eine Standardzelle auszubilden, wobei die verschiedene Verschaltungsmöglichkeiten seines Schichtensystems Gegenstand der nicht-veröffentlichten DE-Anmeldung mit dem Titel "Standardzellenanordnung für ein magnetoresistives Bauelement" vom gleichen Anmeldetag mit dem Aktenzeichen 101 44 385.4 sind.

[0024] Für ein in das Sensorelement S1 induktiv einzuspeisendes Eingangssignal E führt über dieses elektrisch isoliert eine Signalleitung 5. Zu einer Führung des entsprechenden Signalstroms I in dieser Leitung über das Sensorelement S1 hinweg sind in der Nähe des Sensorelementes elektrische Anschlusspunkte 7a und 7b vorgesehen. Darüber hinaus ist das Schichtensystem 3 des Sensorelementes S1 mit Systemanschlüssen 10a und 10b versehen. An diesen Anschlüssen ist ein über das Schichtensystem 3 zu führender Lese(strom) I_L einzuspeisen sowie ein diesem Strom überlagertes Ausgangssignal A des Schichtensystems abzugreifen. Die erforderliche Lese(strom)leitung ist allgemein mit 6 bezeichnet.

[0025] Wie ferner aus Fig. 1 zu entnehmen ist, sind an den Rändern des Bausteins 2 für die einzelnen zu dem Sensorelement S1 führenden elektrischen Leitungen Kontaktierungspunkte vorgesehen. So ist die Signalleitung 5 an gegenüberliegenden Kontaktierungspunkten 8a und 8b anzuschließen, von denen aus die Leitung direkt zu den Anschlusspunkten 7a bzw. 7b führt. Für die beiden Systemanschlüsse 10a und 10b des Schichtensystems 3 sind gegenüberliegende Kontaktierungspunkte 11a und 11b vorgesehen.

[0026] Wird nun, wie in Fig. 1 angedeutet ist, auf die Signalleitung 5 ein logisches Eingangssignal E, das z. B. eine logische "1" bedeutet, gegeben, so führt dieses Signal in der Informationsschicht 3b des Schichtensystems 3 zu einer vorbestimmten Magnetisierung, die einen davon abhängenden Wert des magnetoresistiven Effektes an dem Schichtensystem zur Folge hat. Der Abgriff dieses Wertes stellt dann das Ausgangssignal dar. Die Polarität dieses Ausgangssignals hängt dabei unter anderem von der vorgegebenen Richtung der Magnetisierung M in der Referenzschicht 3a des Schichtensystems 3 ab. Die entsprechende Programmie-

rung bzw. Ausrichtung der Magnetisierungen M in der Referenzschicht 3a des Schichtensystems 3 kann in an sich bekannter Weise vorgenommen werden. So ist z. B. eine Programmierung durch hinreichend hohe Ströme möglich, die an den Eingangsanschlüssen 8a, 8b bzw. 7a, 7b der Signalleitung 5 eingespeist werden können (vgl. z. B. "IEEE Trans. Magn.", Vol. 32, No. 2, März 1996, Seiten 366 bis 371). Bei Verwendung einer Doppelschicht mit natürlichem Antiferromagneten als Referenz kann die Einprägung der Magnetisierungsrichtung auch durch Ionenbestrahlung erfolgen (vgl. z. B. "Phys. Rev. B", Vol. 63, 1. Februar 2001, 060409(R)-1 bis -4).

[0027] Unter Zugrundelegung einer in eine vorbestimmte Richtung weisenden Magnetisierung M in der Referenzschicht 3a sei nachfolgend als eine (nicht-erfindungsgemäße) Grundeinstellung angenommen:

- Einspeisung des Lesestroms i1 mit in der Fig. 1 an dem Kontaktierungspunkt 11a angegebener Stromführungsrichtung an dem Rand des Bausteins 2;
- direkte Verbindung des Systemanschlusses 10a des Schichtensystems S1 mit dem Kontaktierungspunkt 11a;
- Abnahme des an dem Schichtensystem zu gewinnenden Ausgangssignals an dem gegenüberliegenden Systemanschluss 10b;
- direkte Verbindung des Systemanschlusses 10b mit dem Kontaktierungspunkt 11b am Rand des Bausteins 2.

[0028] Bei dieser Grundeinstellung soll dann das Ausgangssignal am Bausteinrand gegenüber dem Eingangssignal E nicht-invertiert sein. Wie jedoch aus der Fig. 1 zu entnehmen ist, soll das Schichtensystem 3 aber mit einem gegenüber der vorbeschriebenen Grundeinstellung in entgegengesetzter Richtung r geführten Lesestrom i1 beaufschlagt werden, so dass dann erfindungsgemäß an dem Kontaktierungspunkt 11b ein gegenüber dem Eingangssignal E invertiertes Signal A abzugreifen ist. Wegen der Stromführungsrichtung r1 muss folglich der Lesestrom in den Systemanschluss 10b unter Ausbildung einer Leiterschleife L1 der Leseleitung 6 eingespeist und an dem Systemausgang 10a unter Bildung einer weiteren Leiterschleife L2 der Leitung 6 abgenommen werden. Als erfindungsgemäße Umkehrmittel ist also die Verlegung der Stromeinspeisung des Lesestroms i1 in das Schichtensystem S1 von dessen Systemanschluss 10a an dessen räumlich gegenüberliegenden Systemanschluss 10b und demgemäß die Stromableitung nicht vom Systemanschluss 10b sondern vom Systemanschluss 10a zu sehen. Das Tauschen der entsprechenden Verbindungsleitungen (L1 bzw. L2) kann dabei fest eingerichtet, beispielsweise verdrahtet sein. Stattdessen kann aber auch eine Einstellbarkeit (Programmierbarkeit) vorgesehen werden.

[0029] Die einzelnen Verbindungsleiterbahnen L1 und L2 des Schaltungslayout nach Fig. 1, die die Systemanschlüsse 10a und 10b des Sensorelementes mit den mit den zugehörigen Kontaktierungspunkten 11b bzw. 11a am Rande des Bausteins 2 verbinden, können aus Isolationsgründen in unterschiedlichen Ebenen verlaufen. Dabei erfolgt die Führung einer Leiterbahn von einer Ebene in die andere Ebene vorzugsweise über Kontaktlöcher, die an den jeweiligen Verbindungsstellen (10a, 10b, 11a, 11b) vorhanden sind und in der Figur durch kleine Kreise angedeutet sein sollen. Entsprechendes gilt auch für die Signalleitung 5 und ihre Verbindungsleitungen zwischen den Kontaktierungspunkten 8a bzw. 8b mit den Anschlusspunkten 7a bzw. 7b.

[0030] Gemäß dem vorstehend anhand von Fig. 1 erläu-

terten Ausführungsbeispiel wurde davon ausgegangen, dass die Invertierung des Ausgangssignals A gegenüber dem Eingangssignal E durch eine Umkehr der Richtung des Lesestroms i1 durch das Sensorelement S1 vorgenommen wird. In entsprechender Weise kann jedoch eine Invertierung des Ausgangssignals auch dadurch erreicht werden, dass man die Richtung des Signalstroms gegenüber der Ausführungsform nach Fig. 1 umkehrt. Für die entsprechende Signalleitung ergibt sich dann im Bereich des Bausteins eine schleifenförmige Gestalt, die im Wesentlichen den Schleifenformen L1 und L2 der Leseleitung 6 nach Fig. 1 entspricht.

[0031] Eine besonders einfache Form der Leitungsführung der Signalleitung ergibt sich, wenn man innerhalb eines erfindungsgemäßen Logikbausteins mehrere Gruppen von nebeneinander angeordneten, baugleichen Sensorelementen vorsieht, wobei innerhalb jeder Gruppe eine gleiche Stromführungsrichtung in der Signalleitung über den einzelnen Sensorelementen gegeben ist, jedoch von einer Gruppe zur anderen Gruppe die Stromführungsrichtung umkehrt wird. Ein entsprechendes Ausführungsbeispiel zeigt Fig. 2. Dort ist ein Logikbaustein 12 mit acht insbesondere baugleichen Sensorelementen S1 bis S8 veranschaulicht, die bezüglich einer Signalleitung 15 hintereinander angeordnet sind. Dabei gehören je vier Elemente einer Gruppe G1 bzw. G2 an, wobei die Gruppen zwei parallele Reihen oder Zeilen bilden. Die ersten vier parallel nebeneinander angeordneten Elemente S1 und S4 der ersten Gruppe G1 werden von einem Signalstrom I mit einem Eingangssignal E in der Signalleitung 15 nacheinander in einer ersten Richtung r1 des Stroms erfasst. Sie erzeugen jeweils ein Ausgangssignal A1, das beispielsweise bezüglich des Eingangssignals E nicht-invertiert ist. Durch Umkehr der Stromführungsrichtung bzw. Umkehr der Signalleitung 15 über den Sensorelementen S5 bis S8 der zweiten Gruppe G2 wird dann in diesen Sensorelementen aufgrund der Tatsache, dass dort die Stromführungsrichtung r2 in der Signalleitung 15 umgekehrt gegenüber der Richtung r1 ist, ein invertiertes (OUT-)Signal A2 erzeugt. Bei einer entsprechenden Anordnung wird so erheblicher Platz und Programmieraufwand eingespart. Der Einsatzbereich ist überall dort, wo Signale belastbar verteilt werden müssen, z. B. in PLA-Einrichtungen.

[0032] Für den Eingang der Signalleitung 15 des Bausteins 12 wird vorteilhaft nur ein Stromtreiber benötigt, der einen Programmierstrom zur Verfügung stellt. Unter dieser Leiterbahn 15 sind die einzelnen Sensorelemente, insbesondere vom XMR-Typ, mit denen die Information weiterverarbeitet wird, in der oberen Zeile der Gruppe G1 angeordnet. Die OUT-Kontakte der einzelnen Elemente werden z. B., insbesondere im Falle einer PLA-Einrichtung, mit einer AND-Programmiermatrix verbunden oder sind bereits die programmierbaren Verknüpfungen. Da die Stromrichtung sich am Rand des Bausteins (von r1 nach r2) umkehrt, werden die identischen Sensorelemente in der unteren Zeile (Gruppe G2) genau entgegengesetzt programmiert. Sie tragen damit die invertierte Information im Vergleich zu der Gruppe G1 in der oberen Zeile.

[0033] Damit lässt sich die Eingangsmatrix einer PLA-Einrichtung sehr elegant ausführen. Im Layout auf dem Chip des Bausteins 12 können noch weitere Varianten dieser Anordnung vorteilhaft kombiniert werden:

- Anordnung der Elemente in der oberen (nicht-invertierenden Zeile) der Gruppe G1 und der unteren (invertierenden) Reihe der Gruppe G2 auf Lücke;
- Ausnutzung einer Maskenprogrammierung, um einzelne Elemente weglassen zu können;
- Erzeugung eines passiven, d. h. unabhängig vom

Eingangssignal erzeugten Ausgangssignal durch eine Parallel- oder Reihenschaltung der invertierenden Elemente.

[0034] Die Fig. 3 und 4 zeigen weitere Verdrahtungskonzepte für erfindungsgemäße Logikbausteine, wie sie insbesondere für sogenannte rotierende Schaltprozesse einsetzbar sind. Für derartige Schaltprozesse (sogenanntes "Asteroidschalten") sind zwei sich kreuzende Leitungen vorzusehen. Für den Fall einer Invertierung wird der Strom in einer dieser Leitungen umgekehrt. Als eine Art Standardzelle oder Standardbaustein kann man beispielsweise zwei XMR-Sensorelemente in den in den Fig. 3 und 4 gezeigten Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Logikbausteinen 22 bzw. 23 anordnen. Dabei sind in der Darstellung der Figuren die zum Auslesen der XMR-Sensorelemente S11 und S12 erforderlichen Leseleitungen weggelassen. Zusätzlich zu diesen Leseleitungen weisen die Bausteine 22 und 23 Hilfsstromleitungen 26 bzw. 29 auf. Diese Hilfsstromleitungen verlaufen im Bereich der Sensorelemente senkrecht zu den diesen Elementen zugeordneten Signalstromleitungen 25 bzw. 28, wobei im Allgemeinen an jedem Element die Signalstromleitung auf dessen einer Seite und die Hilfsstromleitung auf der gegenüberliegenden Seite liegen: Entweder wird gemäß Fig. 3 der Eingang der Signalleitung 25 invertiert nach Art der Ausführungsform der Fig. 2 bezüglich der dort gezeigten Sensorelemente S4 und S5. Die zwei hintereinander liegenden, beispielsweise gleich ausgebildeten und gleich ausgerichteten Sensorelemente S11 und S12 des Bausteins 22 sind dann bezüglich eines Hilfsstromes i in der Hilfsstromleitung 26 hintereinander angeordnet. Der Begriff "Hilfsstrom" soll dabei gleichbedeutend verschiedene Fälle abdecken:

- Strom zur Unterstützung des rotierenden Schaltens (gepulst oder permanent);
- Ausbildung eines weiteren Eingangs, mit dem die Standardzelle programmiert werden kann (Invertierfunktion oder "1"-Funktion);
- statische Magnetfelder von Zusatzschichten, die ebenfalls programmiert werden können.

[0035] Statt der Umkehr der Stromführungsrichtung in der Signalleitung 25 des in Fig. 3 angedeuteten Logikbausteins 22 ist selbstverständlich stattdessen auch eine Stromumkehr in der Hilfsstromleitung 26 für den Hilfsstrom i möglich, um eine Invertierung des Ausgangssignals zu erhalten. D. h., unter einer Stromumkehr in einer Leseleitung ist bei erfindungsgemäßen Bausteinen auch eine entsprechende Stromumkehr in einer zugeordneten Hilfsstromleitung zu verstehen. Diese Alternative zu der Ausführungsform nach Fig. 3 ist bei dem in Fig. 4 angedeuteten Logikbaustein 23 realisiert. Über dessen beide insbesondere gleich ausgebildeten Sensorelemente S11 und S12 führt die Signalleitung 28 derart, dass das von ihr hervorgerufene Eingangssignal für beide Elemente gleich ist. Im Bereich des Bausteins erfolgt jedoch eine Umkehr der Hilfsstromleitung 29, so dass dann die beiden Elemente den Magnetfeldern von entgegengesetzt gerichteten Hilfsströmen ausgesetzt werden.

Patentansprüche

1. Baustein der magnetischen Logik mit mindestens einem magnetfeldsensitiven Sensorelement, welches mit einem Lesestrom in einer vorbestimmten Richtung zu beaufschlagen ist und dem eine Signalleitung zugeordnet ist, wobei ein Magnetfeld eines über die Signalleitung geführten Eingangssignals eines Signalstroms

induktiv in dem mit dem Lesestrom beaufschlagten Sensorelement ein Ausgangssignal vorbestimmter Polarität erzeugt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Baustein (2, 12, 22, 23) Kontaktierungspunkte (8a, 8b; 11a, 11b) und dessen mindestens ein Sensorelement (S1 bis S8; S11, S12) Anschlusspunkte (7a, 7b, 10a, 10b) aufweist, deren Verbindung derart programmierbar ist, dass mittels einer Umkehr der Stromführungsrichtung (r) des Lesestroms ($i1$) oder des Signalstroms (I) ein Ausgangssignal (A) zu erhalten ist, welches bezüglich des ohne Stromumkehr zu erhaltenden Ausgangssignals vorbestimmter Polarität invertiert ist.

2. Logikbaustein nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch mehrere Sensorelemente (S1 bis S8; S11, S12), von denen für mindestens eines die Umkehr der Stromführungsrichtung vorgesehen ist.

3. Logikbaustein nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass an seinen Rändern für das mindestens eine Sensorelement (S1) zwei Kontaktierungspunkte (8a, 8b) der Signalleitung (5) sowie zwei Kontaktierungspunkte (11a, 11b) für eine Leitung (6) des Lesestroms ($i1$) vorgesehen sind.

4. Baustein der magnetischen Logik mit mehreren magnetfeldsensitiven Sensorelementen, welche jeweils mit einem Lesestrom in einer vorbestimmten Richtung zu beaufschlagen sind und denen eine Signalleitung zugeordnet ist, wobei ein Magnetfeld eines über die Signalleitung geführten Eingangssignals eines Signalstroms induktiv in dem jeweiligen mit dem Lesestrom beaufschlagten Sensorelement ein Ausgangssignal vorbestimmter Polarität erzeugt, und wobei zu Gruppen (G1, G2) zusammengefasste, insbesondere baugleiche Sensorelemente (S1 bis S8) vorgesehen sind und eine Umkehr der Stromführungsrichtung ($r1$, $r2$) in der die Sensorelemente nacheinander erfassenden Signalleitung (15) beim Übergang von der einen Gruppe (G1) zur nächsten (G2) erfolgt.

5. Logikbaustein nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Sensorelement ein Hall-Element ist.

6. Logikbaustein nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Sensorelement (S1 bis S8; S11, S12) ein magnetoresistives Ein- oder Mehrschichtenelement ist.

7. Logikbaustein nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Sensorelement (S1 bis S8; S11, S12) mit einem Schichtensystem (3) mit erhöhtem magnetoresistiven Effekt gebildet ist.

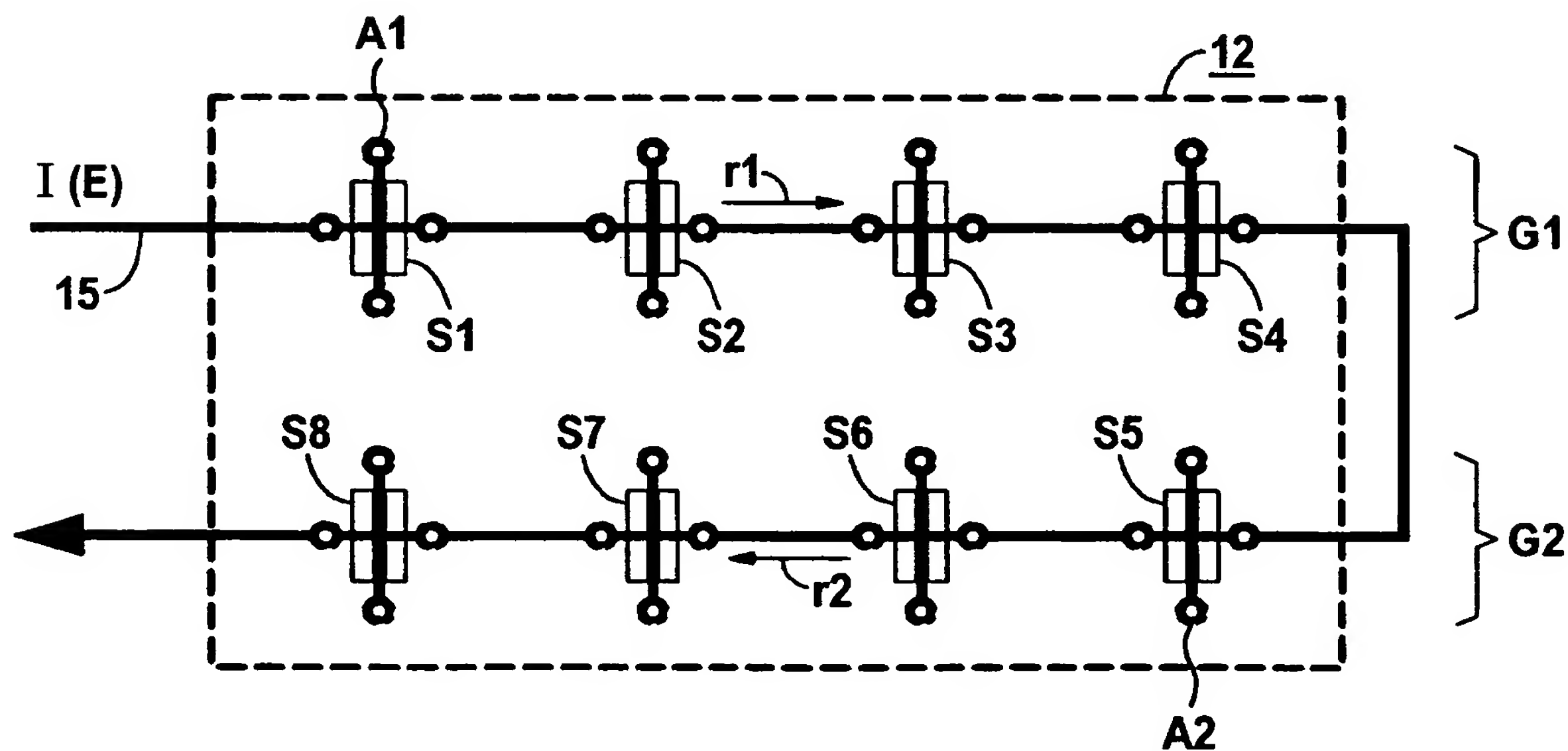
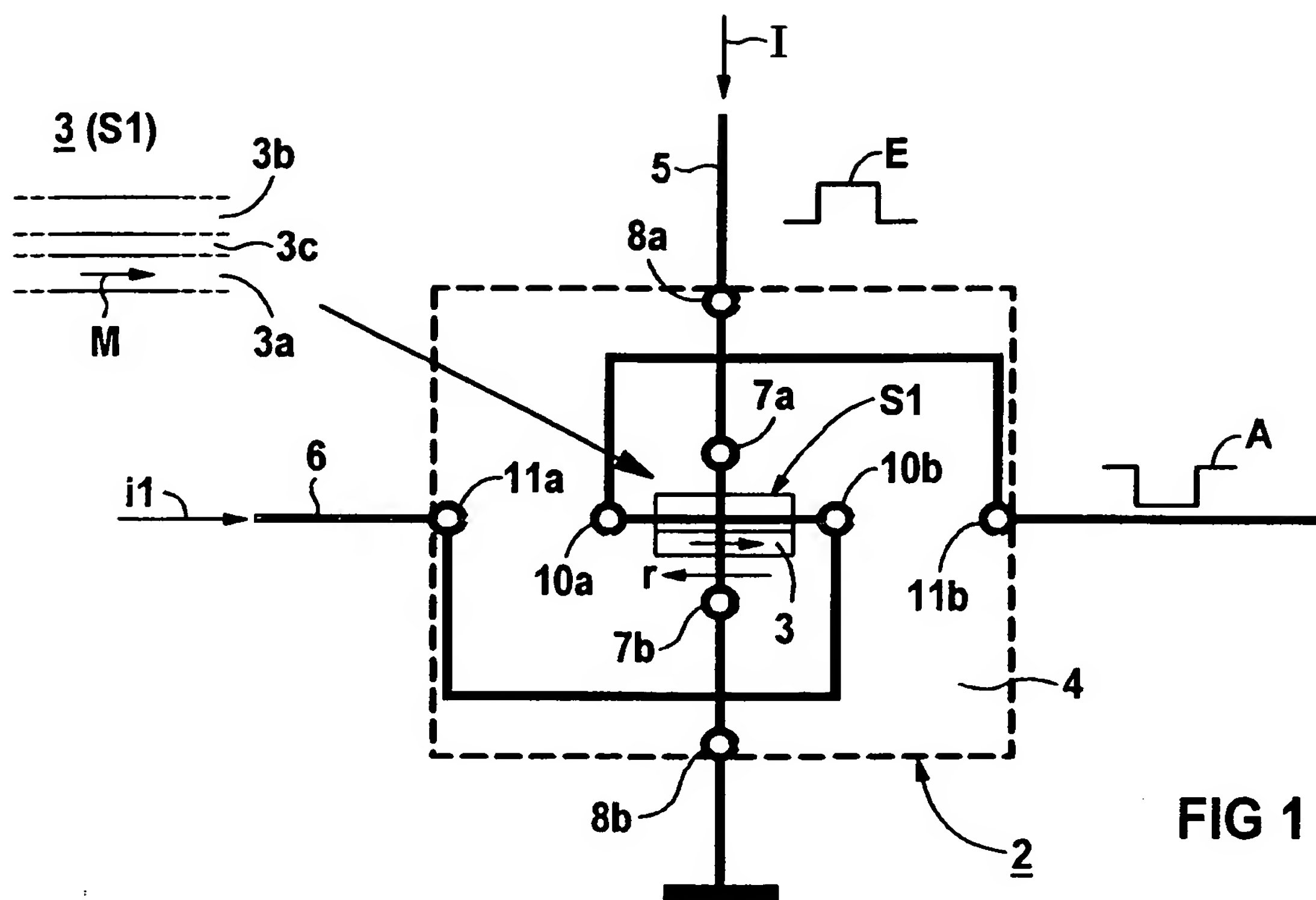
8. Logikbaustein nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Schichtensystem (3) als XMR-System ausgebildet ist.

9. Logikbaustein nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das magnetoresistive Schichtensystem (3) des mindestens einen Sensorelementes (S1 bis S8; S11, S12) mindestens eine Informationsschicht (3b) aus magnetischem Material und mindestens eine durch eine Zwischenschicht (3c) aus nicht-magnetischem Material beabstandete Referenzschicht (3a) aus magnetischem Material aufweist, wobei die Informationsschicht (3b) aus einem Material besteht, das vergleichsweise magnetisch weicher ist als das Material der Referenzschicht (3a).

10. Logikbaustein nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzschicht (3a) eine Schicht innerhalb eines Referenzschichtsystems ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



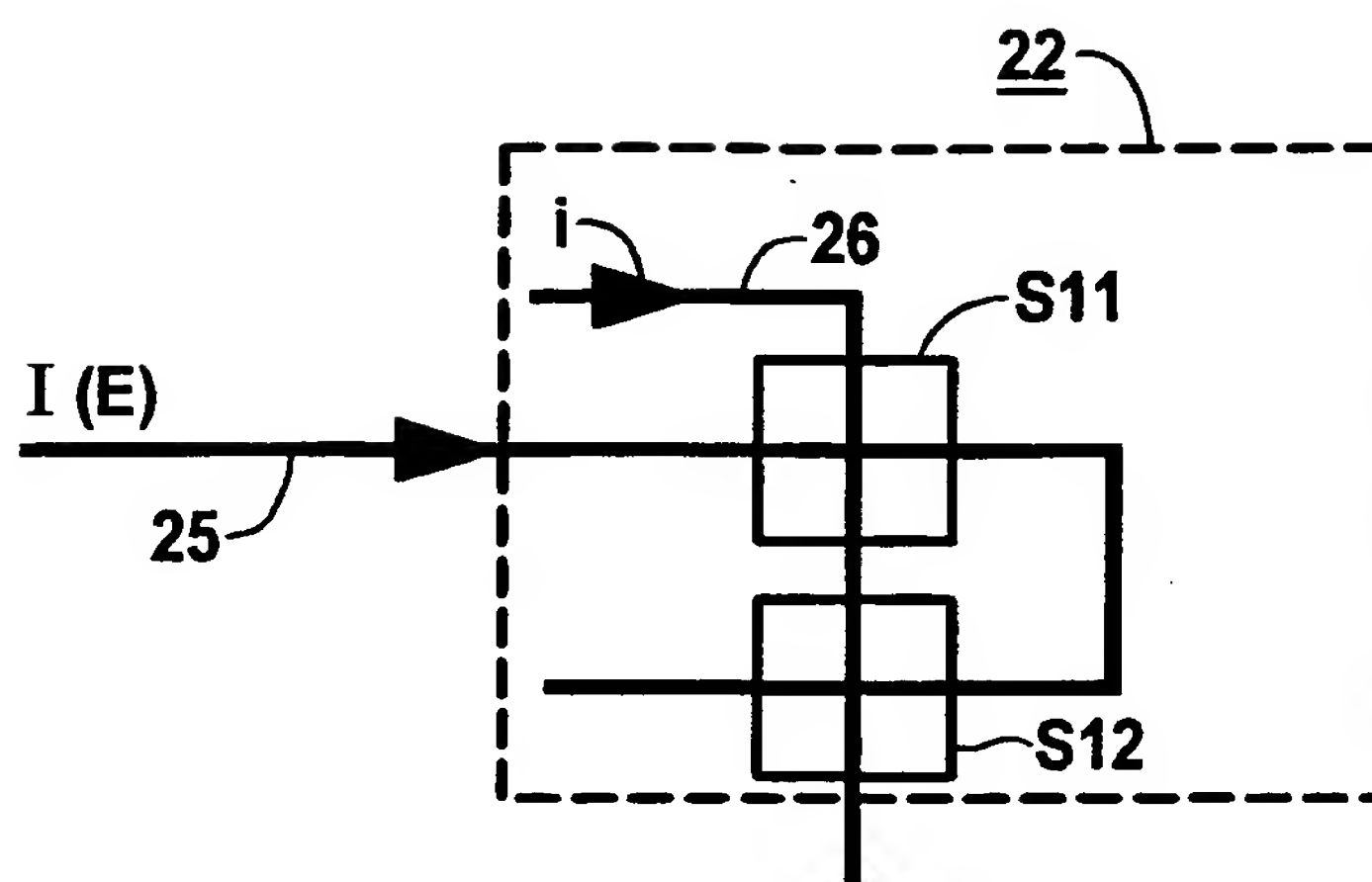


FIG 3

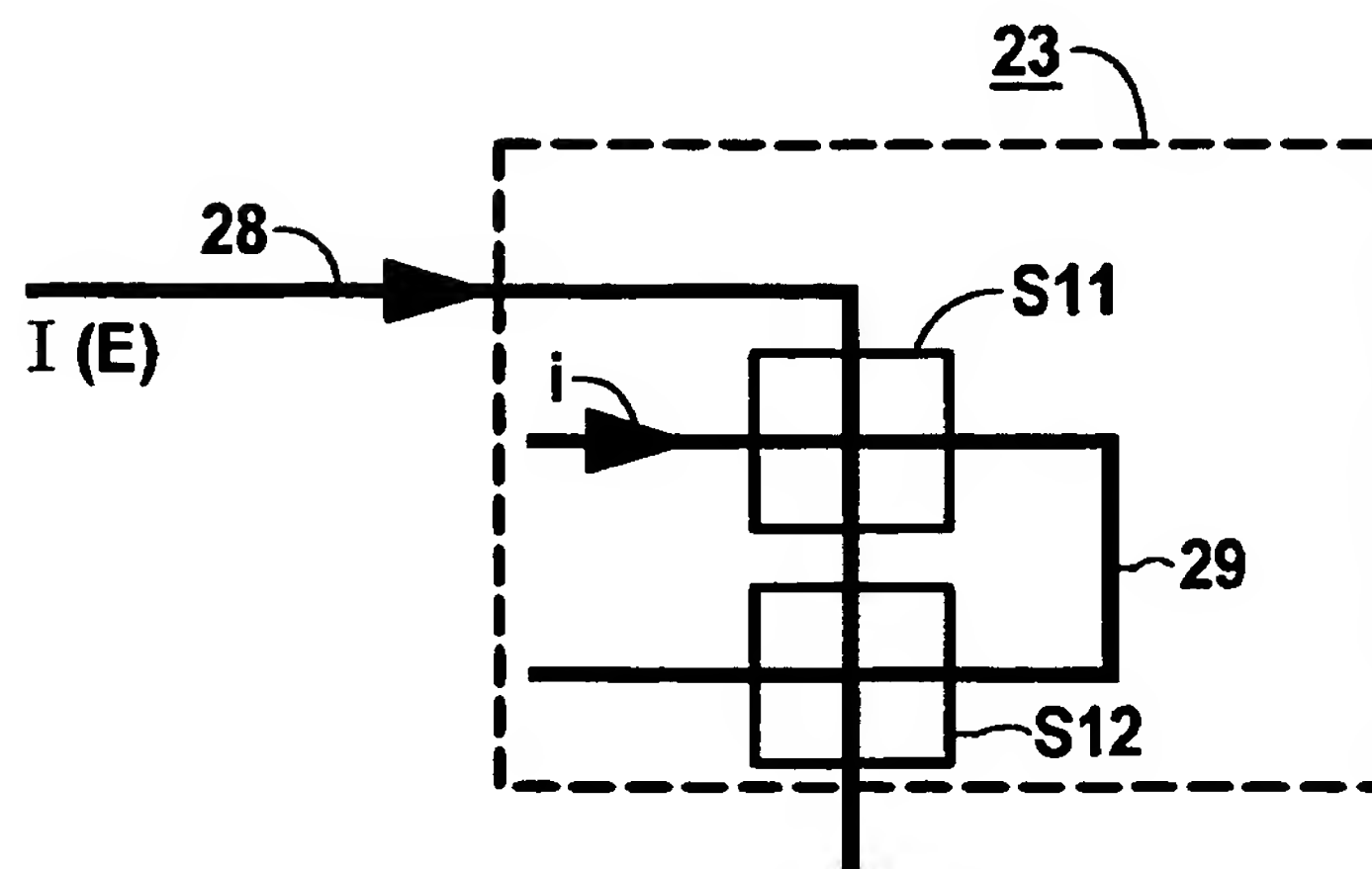


FIG 4